

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-140819
(P2000-140819A)

(43) 公開日 平成12年5月23日 (2000.5.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 0 9 C 1/02		B 0 9 B 3/00	3 0 4 K 2 E 1 9 1
		A 6 2 D 3/00	4 G 0 7 0
A 6 2 D 3/00		B 0 1 J 19/08	A
B 0 1 J 19/08		B 0 9 B 5/00	Z A B S
B 0 9 C 1/04	Z A B		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-312574

(22) 出願日 平成10年11月2日 (1998.11.2)

(71) 出願人 000201478

前田建設工業株式会社

東京都千代田区富士見2丁目10番26号

(72) 発明者 高橋 和夫

東京都千代田区富士見2丁目10番26号 前
田建設工業株式会社内

(72) 発明者 山本 達生

東京都千代田区富士見2丁目10番26号 前
田建設工業株式会社内

(74) 代理人 100089244

弁理士 遠山 勉 (外2名)

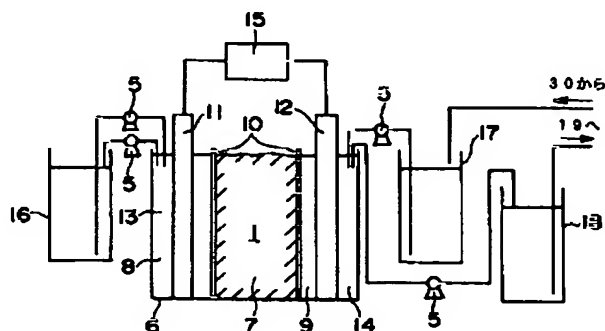
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 重金属汚染土壌の浄化方法

(57) 【要約】

【課題】 重金属類に汚染された土壌中の重金属類を短時間で効率的に重金属イオンとして土壌間隙水中に溶出させ、かつ、土質的な条件に左右されない安定した条件下で実施できる重金属汚染土壌の浄化を提供すること。

【解決手段】 重金属類に汚染された土壌中の重金属類をイオン化し、前記土壌中の間隙水に溶出させる前処理工程と、前記前処理工程を施した土壌に電極11、12を介して直流電圧を印加する電圧印加工程と、前記イオン化された重金属類を前記土壌間隙水に溶出させたままイオン移動によって電極部に集結させ、この土壌間隙水を前記土壌から分離することにより、前記土壌から前記重金属類を除去する浄化工程とを含む一連の工程によって、重金属汚染土壌の浄化を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 重金属類に汚染された土壌中の重金属類をイオン化し、前記土壌中の間隙水に溶出させる前処理工程と、
前記前処理工程を施した土壌に電極を介して直流電圧を印加する電圧印加工程と、
前記イオン化された重金属類を前記土壌間隙水に溶出させたままイオン移動によって電極部に集結させ、この土壌間隙水を前記土壌から分離することにより、前記土壌から前記重金属類を除去する浄化工程とを含む、重金属汚染土壌の浄化方法。

【請求項2】 前記前処理工程は、酸・アルカリ・錯イオン形成化合物のいずれかを重金属類に汚染された土壌に加え、前記土壌と混練することにより前記重金属類をイオン化し、前記土壌中の土壌間隙水に溶出させるものであって、前記錯イオン形成化合物は前記重金属類と錯イオンを形成するものから選ばれる、請求項1記載の重金属汚染土壌の浄化方法。

【請求項3】 土壌間隙水やイオン類に対する透過性を有する仕切板によって、重金属類に汚染された土壌を水と共に収納する土壌収納室と、この土壌収納室に隣接し、陽極電極水を収納し、かつ、陽極電極水に浸される陽極電極を設置した陽極電極設置室と、前記土壌収納室に隣接し、陰極電極水を収納し、かつ、この陰極電極水に浸される陰極電極を設置した陰極電極設置室とに仕切られ、かつ、前記陽極電極設置室と前記陰極電極設置室とが互いに隣接しないように配置したことを特徴とする処理土槽。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、重金属類で汚染された土壌を採取して浄化する、現位置外浄化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、重金属類に汚染された土壌を、動電現象を利用して浄化する方法は提案されていた。例えば、特開平10-34126公報では、動電現象を利用して前記土壌中に含まれる重金属類を、前記土壌中の土壌間隙水に溶出させ陽極電極又は陰極電極側へ集結させるにあたり、陽極電極と陰極電極とのうち、少なくとも一方の電極を有孔管内に設け、前記電極と前記土壌との間を、前記重金属類を水溶性の塩にする薬液で満たすことで、前記重金属類を前記薬液中に集結させ、前記土壌を浄化する方法が提案されている。

【0003】この方法は、水の電気分解により陰極付近に発生するアルカリ領域において、前記重金属類が難溶性の塩を形成し、動電現象では浄化できない形態に変化してしまうことを防止し、さらに前記汚染土壌中のpHを均一にすることにより（汚染土壌中にpHの変極点が存在しないため）、前記汚染土壌中の電位勾配を均一に

維持することができ、効率良く重金属汚染土壌を浄化する方法として利用されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記重金属汚染土壌の浄化方法では、重金属に汚染された土壌のpH緩衝能力のために、前記土壌中の土壌間隙水へ前記重金属類が溶出するpHへ、前記土壌のpHを変化させるのに時間がかかってしまうという問題点がある。

【0005】また、場所によって土の持つ性質（土質）自体が異なるため、陽イオン交換容量・pH緩衝能力等を含む土質的な条件の違いのそれぞれに対して、最も適した前記重金属汚染土壌の浄化方法の条件を設定するのが困難な場合がある。

【0006】本発明は、これらの事項に鑑みなされたもので、前記重金属類を短時間で効率的に前記土壌中の土壌間隙水に溶出させ、かつ、土質的な条件に左右されない安定した条件下で実施できる重金属汚染土壌の浄化を提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明は以下のような構成とする。すなわち、重金属類に汚染された土壌中の重金属類をイオン化し、前記土壌の土壌間隙水に溶出させる前処理工程と、前記前処理工程を施した土壌に電極を介して直流電圧を印加する電圧印加工程と、前記イオン化された重金属類を前記土壌間隙水に溶出させたまま電気泳動・イオン移動によって電極部に集結させ、この土壌間隙水を前記土壌から分離することにより、前記土壌から前記重金属類を除去する浄化工程とを含む、重金属汚染土壌の浄化方法である。

【0008】ここで前記前処理工程として酸・アルカリ・錯イオン形成化合物のいずれかを重金属類に汚染された土壌に加え、前記土壌と混練することにより前記重金属類をイオン化し、前記土壌中の土壌間隙水に溶出させる方法を用いると良好な結果を得る。なお、前記錯イオン形成化合物は前記重金属類と錯イオンを形成するものから選ばれる。

【0009】本発明の浄化方法は、前記前処理された汚染土壌に直流電圧を印加する電極を直接汚染土壌中に設置しても良く、また、電極を有孔管内に設けた二重管構造の電極とし、この二重管構造の電極を土壌中に設置しても良い。

【0010】汚染土壌に電極を設置する設置形態は特に限定されず、例示される設置形態を単独で用いても良く、また、複数の形態を組み合わせ用いても良いが、前記浄化方法には、以下に示す処理土槽を用いると好ましい結果を得る。

【0011】すなわち処理土槽は、イオンや土壌間隙水に対する透過性を有する仕切板によって、重金属類に汚染された土壌を水と共に収納する土壌収納室と、この土

境収納室に隣接し、陽極電極水を収納し、かつ、陽極電極水に浸される陽極電極を設置した陽極電極設置室と、前記土壌収納室に隣接し、陰極電極水を収納し、かつ、この陰極電極水に浸される陰極電極を設置した陰極電極設置室とに仕切られ、かつ、前記陽極電極設置室と前記陰極電極設置室とが互いに隣接しないように配置した処理土槽である。

【0012】浄化対象となる汚染土壌は重金属類を含む土壌であれば特に限定されず、例えば水と土壌とのスラリーである泥水状の汚染土壌や、ヘドロ状の汚染土壌等を例示できる。

【0013】前記前処理工程は、酸・アルカリ・前記錯イオン形成化合物のいずれかから選ばれる薬液と前記土壌とを機械的に混練する方法でも良いし、動電現象を利用して前記土壌を酸性にする方法でも良い。

【0014】前記薬液と前記土壌を機械的に混練する方法は、掘削・採取された前記土壌に、酸・アルカリ・前記錯イオン形成化合物のいずれかから選ばれる薬液を加えた後、混練することにより前記土壌中の重金属類をイオン化する方法である。この操作には使用される前記薬液に対応する耐薬品処理が施された土練機を使用すると良い。

【0015】また、この操作によって使用されるその他の機器についても、同様の処理が施されたものを使用すると良い。前記操作によって前記土壌は前記薬液と均一に混ざることにより前記土壌中の重金属類をイオン化し、前記土壌中の土壌間隙水へ溶出させる。

【0016】また、動電現象を利用することにより、重金属類に汚染された土壌を酸性にし、前記土壌中の重金属類をイオン化する方法は、掘削・採取された前記土壌を前記土壌収納室に収納し、前記陽極電極水を酸によって強酸性にし、前記陽極電極と前記陰極電極の間に直流電圧を印加するものである。

【0017】前記陽極電極水中の酸から電離した水素イオンは正電荷を有するため、陰極電極に向かって移動する。このため、前記土壌中を水素イオンが通過することにより、前記土壌を酸性にし、前記重金属類をイオン化するものである。また、前記陰極電極水を酸及びそれらの塩によって酸性にし、前記陰極電極水が水の電気分解によりアルカリ性化するのを防止することで、効率的に前記汚染土壌を酸性化する前処理を実施する。

【0018】前記陰極電極水・前記陽極電極水に使用される酸は、無機酸及び有機酸のいずれでも良い。無機酸としては塩酸・硫酸・硝酸等が挙げられる。有機酸としては、酢酸・シュウ酸等が挙げられる。これらは各々単独でも2種類以上を併用しても良い。また、無機酸と有機酸を組み合わせる用いることができる。

【0019】また、汚染土壌を効率的に浄化する前処理方法として、酸及びそれらの塩を使用する以外に、錯イオン形成化合物を使用する方法も挙げられる。前記薬液

に使用される錯イオン形成化合物としては、重金属イオンと特異的に反応して安定な錯イオンを形成しうる化合物であれば特に限定されないが、例えば、酒石酸・ジエチルチオカルバミン酸・エチレンジアミン四酢酸等が挙げられ、錯イオン形成化合物単独で使用しても良いし、単独或いは2種類以上の無機酸及び有機酸と、錯イオン形成化合物とを併用して使用しても良い。

【0020】前記薬液と前記土壌を機械的に混練する方法によって前処理された前記土壌は、ここで前記処理土槽の土壌収納室に収納される。前記土壌収納室は対向する前記陽極電極設置室と前記陰極電極設置室に挟まれる位置にあると好ましい。また、仕切板によって電極1つ1つに電極設置室を設けた二重管構造の電極を、土壌収納室に収納された汚染土壌中に挿入しても良い。電極設置室及び電極の配置形式については、前記形式を単独で用いても良く、また、組み合わせて用いても良い。

【0021】処理土槽は堅固な性状を有するもので、非電導性であると、直流電圧が汚染土壌に効率よく印加されるので良い。また、処理土槽は電導性を有する材料に非電導処理を施したものによって作製されても良い。

【0022】処理土槽は薬品に対する耐性を有するものが好ましく、薬品に対する耐性が不十分なものについては耐薬品処理を施すと良い。処理土槽に使用される材料としては、例えばポリプロピレン（以下PPとする）やポリ塩化ビニル（以下PVCとする）等の非電導性の材料で非電導処理された鋼板や、コンクリート・木板等が例示される。

【0023】前記仕切板は、非電導性であり、動電現象に伴い前記土壌中の重金属類及び前記土壌中の土壌間隙水が前記陽極電極水、或いは前記陰極電極水に移行するとき、前記重金属類及び土壌間隙水を通しつつも、土壌収納室に収納された汚染土壌が陽極電極設置室及び陰極電極設置室に移動しないように、汚染土壌が支えられる堅固な性状を有するものが好ましい。また、仕切板には汚染土壌の浄化効率を上げるため、イオン交換能力を有する材料による処理を施しても良い。

【0024】従って仕切板は多孔質の板が良く、PPやPVC等で作製された2枚のメッシュ状の板の間に不織布・PP製の布等の布や、沓紙等の紙、又はイオン交換膜・イオン交換樹脂・電解質を有するゲルや半透膜等のイオン交換性、或いはイオンを透過させる性状を有するものを配した構造とするとさらに良い。或いは汚染土壌を不織布等で袋詰めすることにより、処理土槽に配された汚染土壌が陽極電極設置室及び陰極電極設置室に流出するのを防ぐ構造としても良い。

【0025】前記陽極電極及び前記陰極電極に用いられる電極の材質は、白金・金等の貴な金属が好ましいが、電極の材質が炭素であっても構わない。陽極電極及び陰極電極は、単数或いは複数設置されても良いが、陽極電極と陰極電極とが相互に対向するように設置されている

と好ましい。陽極電極及び陰極電極の形状は特に限定されるものではないが、柱状や板状のものが例示でき、これらの形状は単独、或いは組み合わせで用いられても良い。

【0026】前記陽極電極水は、直流電圧の印加によって電気分解し、水素イオンを生じるため酸性化する。前記土壌間隙水等の前記土壌中の水は、直流電圧の印加を受け、電気浸透現象によって移動するが、その移動速度は土壌間隙水のpHに影響される。前記土壌が長期間酸性雰囲気にとさらされると、前記水の移動速度は減少し、前記土壌の浄化効率を低下させる。

【0027】また、重クロム酸イオン等の6価クロムイオンの場合には、アルカリ性雰囲気の際のイオン安定性が高いことから、前記陽極電極水は中性、若しくはアルカリ性であると良い。従って、前記陽極電極水は水道水を循環利用することが好ましいが、必要があればアルカリを添加しても構わない。

【0028】前記陰極電極水は、直流電圧の印加によって主に2つの問題点を生じる。1つには、水の電気分解によって水酸イオンを生じるため前記陰極電極水がアルカリ化する。このことにより、前記土壌中の重金属イオンは、前記水酸イオンと反応して水に難溶性の水酸化物を形成したり、再び前記土壌中の土粒子に吸着されたりする。このように前記重金属イオンが動電現象では移動しにくい形態に変化してしまい、その結果、前記土壌の浄化効率が低下する。

【0029】もう1つには、重金属イオンや正電荷を有する前記土壌中の粒子が前記陰極電極上に集積しスケールとなり分極現象を発生させる。前記陰極電極上にスケールが発生すると、その電気伝導性の低さから電極表面の電気抵抗が増大し、前記土壌収納室に収納された前記土壌の浄化に有効な直流電流が流れなくなり、前記土壌の通電効率を低下させる。

【0030】これらの問題点を解決するためには、前記陰極電極水に酸を添加し、前記陰極電極水を酸性に保つことで、前記陰極電極水のアルカリ化を防ぐと共に、前記重金属イオンを前記陰極電極水中にイオンとして存在させることが有効である。

【0031】前記陰極電極水に添加される酸は、前記前処理工程に使用される酸を使用できるが、好ましくは塩酸・硫酸・硝酸で、その濃度は0.01~10規定であるとさらに好ましい。前記陰極電極水のpHが前記酸の添加によって1以下に保持されると、前記重金属イオンは、イオンとして前記陰極電極水中に存在するので良い。

【0032】前記陰極電極水に添加されるイオンは、前記前処理工程に使用される酸の塩又はアルカリの塩を使用できるが、好ましくは塩化ナトリウム・塩化カリウム等でその濃度は1~10重量パーセントであると良い。前記陰極電極水に前記イオンが添加されているとき、前

記陰極電極における分極現象を抑えることができる。

【0033】また、陰極電極水は、循環利用せず前記陰極電極設置室へ過剰に供給し、余剰分を排出する供給形態とすると、前記土壌中から前記陰極電極水中に移動してきた重金属イオン類が、余剰分の陰極電極水とともに排出でき、かつ、前記陰極電極上のスケールの発生を少なくできて良い。

【0034】前記電圧印加工程は、前記土壌収納室に収納された前記土壌に直流電圧を印加することで、電場の影響によって移動する前記重金属イオン類及び前記粒子を含む土壌間隙水等の水が、前記電気泳動によって前記重金属イオン類と共に移動する電気浸透現象によって、前記土壌中の重金属類を一方の電極側へ移動させる工程である。

【0035】このときの通電条件が、0.1~2V/cmであるとき、前記重金属イオンを含む土壌を浄化するのに好ましい。従って、前記直流電圧を印加する際に使用される直流電源は、前記通電条件を満足する能力を有する物であれば特に限定されない。

【0036】前記浄化工程は、前記土壌中を移動し、前記陰極電極水中に集結した前記重金属イオンを、連続的に排出される前記陰極電極水と共に排出する工程である。前記浄化工程によって排出される前記陰極電極水中の重金属イオンは排水規制値以上ではあるが、あまり高濃度になることがなく、特に専門的な知識や複雑な工程を用いなくとも回収可能なことから、前記電圧印加工程に伴い排水処理工程を実施することが好ましい。

【0037】排水処理工程には、有価物である重金属類の回収ができること、処理水は前記電極水として再利用できること等の利点があり、特に専門的な知識や複雑な工程を用いなくとも回収可能な吸着処理を用いるとさらに好ましい。

【0038】また、前記電圧印加工程の際、前記薬液等の電気分解によって、主に陽極電極水から排気ガスが発生する。これらの排気ガスの中には腐食性を有するものや有害なものもあるため、前記電圧印加工程に伴い排気ガス処理工程を実施することが好ましい。

【0039】排気ガス処理工程には、前記処理土槽を覆い前記排気ガスを集気するガストラップフードと、集気された前記排気ガスを吸収する薬液を滴下・循環することにより、前記排気ガスを処理する吸収塔と、処理された前記排気ガスを大気中に放出するブローアを設置することによって、前記排気ガスを前記薬液に吸収させる方法を用いることにより、複雑な工程を経ずに前記排気ガスを処理できるのでさらに好ましい。前記排気ガスを吸収する薬液は、前記電圧印加工程に伴い発生する排気ガスの性状によって選ばれると良い。

【0040】前記電圧印加工程に伴い前記陰極電極上に発生するスケールについては、前記陰極電極水を循環使用せず、酸及び電離して陰イオンを発生する塩の水溶液

からなる新鮮な陰極電極水を供給し、余剰分を排出することで発生するスケールの量が大幅に軽減される。しかし、この方法で前記スケールを完全に抑制することは困難であるので、前記陰極電極上にスケールが発生した場合は、物理的及び化学的な処理を前記陰極電極に施すと良い。

【0041】前記スケールの物理的な処理については、前記電極を前記電極設置室から引き抜き、析出物除去用治具に前記電極を通過させ、前記電極表面に発生したスケールを掻き取ると良い。

【0042】また、前記スケールの化学的な処理については、スケールが硝酸溶液に対して比較的容易に溶解することから、硝酸溶液に前記陰極電極を浸すと良い。ここで使用される硝酸溶液の濃度は1規定以上の濃度であることが好ましい。

【0043】前記重金属イオンが前記土壌中から検出されなくなると、前記電圧印加工程は終了する。この時の前記土壌は酸性を呈しているため、中和を施すと良い。中和方法については、前記土壌と石灰やセメント等とを混ぜ合わせることによって中和する方法を用いると良い。

【0044】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の例を図に基づいて説明する。

【0045】(第1の実施の形態)

<前処理工程>まず、前処理工程について図1を用いて説明する。

【0046】第1のベルトコンベア3aは重金属類に汚染された土壌から掘削・採取された土壌1を土練機2に投入するように設置されている。土練機2は、円筒の両端を閉塞させ、内部にパドル(攪拌翼)を有し、円筒部の一端の上面側には開口部を設けると共にホッパを配し、円筒部の他端には下面側に開口する取り出し口を配する構造からなっている。前記ホッパ内側には塩酸タンク4から塩酸を移送する配管の出口が開口している。第2のベルトコンベア3bは前記取り出し口から排出される土壌1を受け、運搬するように設置されている。

【0047】重金属類に汚染された土壌から掘削・採取された土壌1は、第1のベルトコンベア3aによって運ばれ、土練機2上面側のホッパから土練機2に入れられる。一方で、塩酸タンク4からは、塩酸がやはり前記ホッパから土壌1に加えられる。前記ホッパから土練機2に入り、塩酸が加えられた土壌1は、前記パドルミキサーによって土練機2中を移動しつつ攪拌されるため、土壌1及び塩酸は混練されて前記取り出し口から排出される。排出された土壌1は第2のベルトコンベア3bによって、次の工程に運ばれる。

【0048】この時、前処理された土壌1のpHは0～3で、土壌1中の重金属類はイオン化して土壌1中の土壌間隙水に溶出している。前処理工程に使用される土練

機2及び第1、第2のベルトコンベア3a、3b等の土壌搬送用機器は、耐酸処理されているものを使用する。

【0049】前記前処理工程が施された土壌1は、図2で示される処理土槽6の土壌収納室7に収納される。処理土槽6は、縦2m、横10m、高さ2mで、PP・PVC等で保護された鋼板製、又はコンクリート製の槽の内部を、PP・PVC等で補強した不織布又はイオン交換膜からなる仕切板10によって、幅1mの土壌収納室7を陽極電極設置室8及び陰極電極設置室9で挟むとともに、陽極電極設置室8及び陰極電極設置室9が対向するように仕切られている。このとき土壌収納室に収納される土壌1の容量は20³である。

【0050】陽極電極設置室8には、円柱状の陽極電極11が複数設置されると共に、陽極電極水13が収容されている。また、陰極電極設置室9には、円柱状の陰極電極12が複数設置されると共に、陰極電極水14が収容されている。陽極電極11及び陰極電極12は、貴な金属で形成される電極、もしくは炭素電極で、互いが対向するように設置されている。

【0051】また、陽極電極水13には水道水が使用され、陰極電極水14には塩酸及び塩化ナトリウム水溶液が使用されている。この時、陰極電極水14の塩酸濃度は0.1mol/lで、塩化ナトリウム水溶液の濃度は7.0重量%である。

【0052】図3は電圧印加工程時の処理土槽及びその周辺の様子を示したものである。陽極電極11と陰極電極12との間には、直流電圧を印加する直流電源15が接続され、陽極電極水13を循環利用できるように陽極電極水ピット16が設置されると共に、陰極電極水14を供給するように陰極電極水供給用ピット17が、また、陰極電極水14を排出するように陰極電極水排出用ピット18が設置されている。

【0053】<電圧印加工程>次に電圧印加工程について説明する。直流電源15から直流電圧が印加されると、前記土壌1中の重金属イオンは動電現象によって陰極電極12側に移動する。このとき、電極からは1V/cmの電圧が負荷されるように直流電圧を印加する。陰極電極水14は、塩酸によってpHが1以下に保たれ、かつ、塩化ナトリウムから電離される塩素イオンによって、前記陰極電極水の電気分解により発生する水酸イオンを中和し、伝導性の低下を防止している。

【0054】また、陰極電極水14を循環利用せず、新鮮な陰極電極水を陰極電極水供給用ピット17から補充し、陰極電極水14の余剰分を陰極電極水排出用ピット18へ排出することによって、前記陰極電極水14の及ぼす作用を相乗的に高めている。

【0055】<浄化工程>続いて浄化工程について説明する。前記電圧印加工程によって土壌1中を移動してきた重金属イオンは、仕切板10を通過し、土壌1中から陰極電極水14中へ分離される。陰極電極水14の余剰

分は、陰極電極水排出用ビット18へ排出されるため、陰極電極水14中に集結された前記重金属イオンは、余剰分の陰極電極水14と共に陰極電極水排出用ビット18へ排出される。このようにして土壌1から重金属類が除去される。

【0056】<排水処理工程>陰極電極水排出用ビット18へ排出された陰極電極水14及び重金属イオンは、排水処理工程で処理される。図4に基づいて排水処理工程を説明する。なお、この排水処理工程は、前記電圧印加工程と並行して行われる。

【0057】陰極電極水排出用ビット18へ排出された陰極電極水14及び重金属イオン（排水）を移送される中和槽19が設置されている。この中和槽19へ水酸化ナトリウム及び塩酸を供給するように、水酸化ナトリウムタンク20及び塩酸タンク21が設置されている。

【0058】中和槽19より後方には、中和槽19で中和された前記排水の供給を受けると共に、高分子凝集剤タンク23から高分子凝集剤が供給される凝集槽22を設置する。

【0059】凝集槽22より後方には、高分子凝集剤を添加された排水が移送される沈殿槽24を設置し、この沈殿槽24の後方には、沈殿槽24の上澄み液をろ過する急速ろ過塔25を配置する。

【0060】急速ろ過塔25の後方には、急速ろ過塔25でろ過された排水が供給されるpH調整槽26を設置し、このpH調整槽26にそれぞれ塩酸及び水酸化ナトリウムを供給する塩酸タンク27及び水酸化ナトリウムタンク28を設置する。

【0061】pH調整槽26の後方には、pH調整槽26で中和された排水が供給されるキレート吸着塔29を設置する。キレート吸着塔29には排水中の重金属イオンを吸着するキレート樹脂が充填されている。このキレート吸着塔29の後方に、活性炭が充填された活性炭吸着塔30を設置する。

【0062】活性炭吸着塔30の後方には、活性炭吸着塔30で吸着処理された排水（処理水）が供給される放水ビット31を設置し、この放水ビット31からは、陰極電極水供給用ビット17に処理水を供給するラインと、処理水を放流するラインが設けられている。

【0063】陰極電極水排出用ビット18中の前記排水は、中和槽19に移送される。この時排水は酸性を呈しているため、水酸化ナトリウムタンク20から供給される水酸化ナトリウムによって中和される。

【0064】前記排水は中和槽19で中和された後、凝集槽22へ移送され、ここで高分子凝集剤タンク23から供給される高分子凝集剤と混合される。このことにより、土壌1中から陰極電極水14へ流出した懸濁物質を凝集させる。

【0065】高分子凝集剤と混合された排水は沈殿槽24に移送される。ここで凝集された懸濁物質は沈降し、

排水から分離される。沈殿槽24の上澄み液を取り出し、急速ろ過塔25を通過させることによって、沈殿槽24で沈降せず取り除けなかった微細粒子を除去する。

【0066】前記微細粒子を除去した排水はpH調整槽26に移送され、前記キレート樹脂による重金属イオンの吸着に適したpHに調整される。pH調整槽26でpHを調整された排水はキレート吸着塔29、次いで活性炭吸着塔30を通過する。このことにより、前記排水中の重金属イオンが前記キレート樹脂に吸着され除去される。また、前記活性炭によって前記排水中の有機物が吸着・除去される。

【0067】この様な一連の排水処理工程を経た処理水は、放流ビット31へ移送される。ここで、処理水中の重金属濃度やpH等の水質検査を行った後、一部は陰極電極水供給用ビット17へ移送され陰極電極水として再利用され、一部はそのまま放流される。

【0068】<排気ガス処理工程>前記電圧印加工程に伴い陽極電極水13から発生する塩素ガスに対する排気ガス処理工程について、図5を用いて説明する。

【0069】まず、処理土槽6を覆うようにガストラップフード32を設置し、このガストラップフード32には複数の孔を開け、排気用配管33aと接続する。この排気用配管33aは吸収塔34下部に接続される。吸収塔34には吸収塔34内上部から、水酸化ナトリウム水溶液が滴下され、吸収塔34内下部から前記水酸化ナトリウム水溶液が回収・循環されるように、水酸化ナトリウム水溶液の循環路が形成されている。この循環路中に前記水酸化ナトリウム水溶液を供給する水酸化ナトリウムタンク35を設置する。

【0070】また、吸収塔34上部に接続された排気用配管33bは、活性炭を充填した活性炭吸着塔36下部に接続され、さらに活性炭吸着塔36上部に接続された排気用配管33cはブロア37に接続される。ブロア37から接続された排気用配管33dは大気中に開口するように配置されている。

【0071】前記陽極電極水13から発生する塩素ガスを含む排気ガスは、処理土槽6を覆うガストラップフード32で捕集され、排気用配管33aを通過して、吸収塔34下部から吸収塔34内へ送気される。

【0072】吸収塔34下部から導入された前記排気ガス中の塩素ガスは、吸収塔34上部から出ていく間に、吸収塔34内部で滴下される水酸化ナトリウム水溶液に吸収される。

【0073】ここで排気ガス中の塩素ガスは、その殆どが吸収されるが、さらに活性炭が充填された活性炭吸着塔36に排気ガスを通すことで、排気ガス中に残った微量の塩素ガスは取り除かれる。こうして処理された排気ガスは、ブロア37によって、排気用配管33dの開口部から大気中に放出される。

【0074】<スケールの除去>ここでは陰極電極12

上に付着したスケールの除去方法について説明する。前記電圧印加工程に伴い、陰極電極12上にスケールが付着し、通電効率が低下した場合は、物理的及び化学的に前記スケールを除去する処置を取る。

【0075】物理的に前記スケールを除去するには、図6に示されるような析出物除去用治具を用いて前記スケールを除去する。析出物除去用治具は、上面及び下面が正方形である直方体に上下方向に貫通する孔を設け、下面側開口部は陰極電極12の直径よりもわずかに大きい直径を有する円形であり、上面側開口部は下面側開口部よりも大きな直径を有する円形であって、前記孔の外周面は上面側から下面側に向かって収束するテーパを形成する構造からなっている。

【0076】スケールが付着した陰極電極12を陰極電極設置室9から抜き取り、前記析出物除去用治具の上面側開口部から挿通した後、再び前記析出物除去用治具から陰極電極12を引き抜く。この時、スケールは前記析出物除去用治具の下面側開口部に形成される鋭角部分によって、前記陰極電極12上から掻き取られる。この作業を繰り返すことによって大部分の前記スケールを除去する。

【0077】前記析出物除去用治具によって大部分のスケールを除去した陰極電極12は、続いて約7mol/lの濃度の硝酸水溶液に浸される。前記陰極電極12上に僅かに残った前記スケールは前記硝酸によって溶解され、前記陰極電極12からスケールが完全に取り除かれる。このような処置を行った後、前記陰極電極12を再び陰極電極設置室9に設置する。

【0078】＜中和工程＞土壌1中から重金属イオンが除去されたら、電圧の印加をやめて土壌収納室7から土壌1を取り出す。このとき土壌1は酸性であるので、セメントと混ぜ合わせ土壌1を中和する。

【0079】これらの工程によって、重金属類に汚染された土壌から重金属類を除去し、前記土壌は浄化される。

【0080】（第2の実施の形態）ここでは、動電現象を利用して重金属類に汚染された土壌を酸性にし、前記土壌中の重金属類をイオン化する前処理工程について、図7を用いて説明する。

【0081】まず、掘削・採取された前記土壌1を土壌収納室7に収納し、陽極電極設置室8には陽極電極11を設置し、陰極電極設置室9には陰極電極12を設置する。陽極電極設置室8には、陽極電極水13として水道水を収容するとともに、陽極電極水を供給する陽極電極水ピット16の他に、陽極電極水13に酸を供給する塩酸タンク38を設置する。陰極側は第1の実施の形態と同様である。

【0082】塩酸タンク38から塩酸を陽極電極水13に供給し、陽極電極水13を強酸性にする。この時の陽極電極水13のpHは0～3である。陰極電極水14は

第1の実施の形態と同様にする。

【0083】陽極電極水13が強酸性になったら、直流電源15から直流電圧を印加する。陽極電極水13中の塩酸は電離して、水素イオンを生じているが、この水素イオンは正電荷を有するため、電気泳動によって前記土壌1中を陰極電極12に向かって移動する。塩酸タンク38からは塩酸を供給し、陽極電極水13のpHが上がらないようにし、強酸性を維持する。

【0084】電気泳動によって、前記水素イオンが陰極電極水にまで達すると、動電現象を利用した土壌1の前処理工程は終了する。土壌1は酸性になり、前記土壌1中の重金属類はイオン化して土壌間隙水中に溶出している。この時の土壌1のpHは概ね0～3である。

【0085】前記前処理工程が終了したら、陽極電極水13を水道水に切替え、第1の実施の形態と同様に、土壌1の浄化を行う。

【0086】

【発明の効果】本発明の浄化方法及び処理土槽を用いることにより、前処理工程によって重金属類に汚染された土壌中の重金属類を短時間でイオン化でき、効率の良い前記土壌の浄化を行うことができると共に、土質に左右されない安定した条件で前記土壌の浄化を行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態における前処理工程を示す概略図である。

【図2】本発明の一実施形態における処理土槽を示す斜視図である。

【図3】本発明の一実施形態における電圧印加工程を示す構成図である。

【図4】本発明の一実施形態における排水処理工程を示す構成図である。

【図5】本発明の一実施形態における排気ガス処理工程を示す構成図である。

【図6】本発明の一実施形態における析出物除去用治具を示す斜視図である。

【図7】本発明の他の実施形態における前処理工程を示す構成図である。

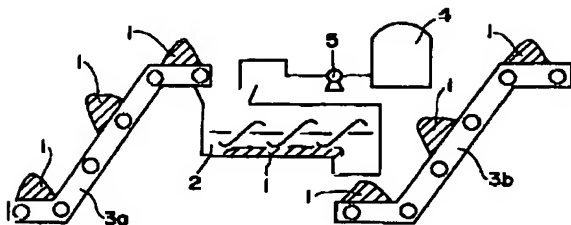
【符号の説明】

- 1 重金属類に汚染された土壌
- 2 土練機
- 3 a 第1のベルトコンベア
- 3 b 第2のベルトコンベア
- 4、21、27、38 塩酸タンク
- 5 ポンプ
- 6 処理土槽
- 7 土壌収納室
- 8 陽極電極設置室
- 9 陰極電極設置室
- 10 仕切板

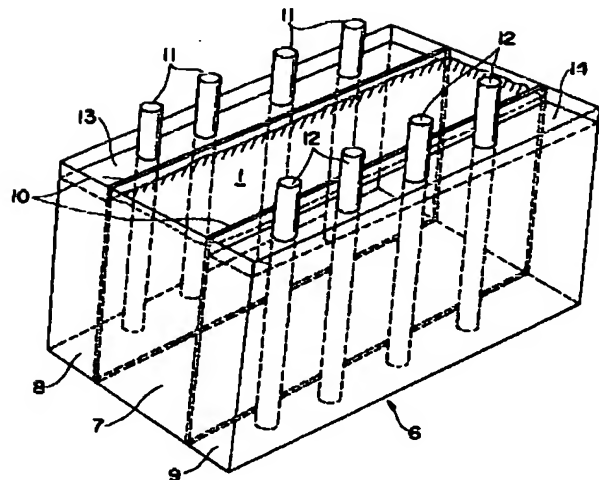
- 11 陽極電極
- 12 陰極電極
- 13 陽極電極水
- 14 陰極電極水
- 15 直流電源
- 16 陽極電極水ビット
- 17 陰極電極水供給用ビット
- 18 陰極電極水排出用ビット
- 19 中和槽
- 20、28、35 水酸化ナトリウムタンク
- 22 凝集槽

- 23 高分子凝集剤タンク
- 24 沈殿槽
- 25 急速ろ過塔
- 26 pH調整槽
- 29 キレート吸着塔
- 30、36 活性炭吸着塔
- 31 放流ビット
- 32 ガストラップフード
- 33a~33d 排気用配管
- 34 吸収塔
- 37 プロア

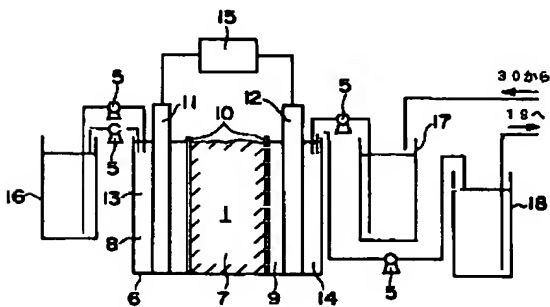
【図1】



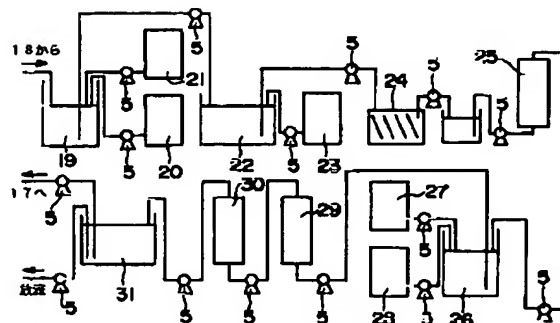
【図2】



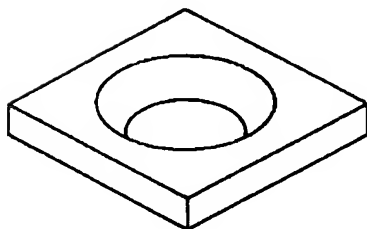
【図3】



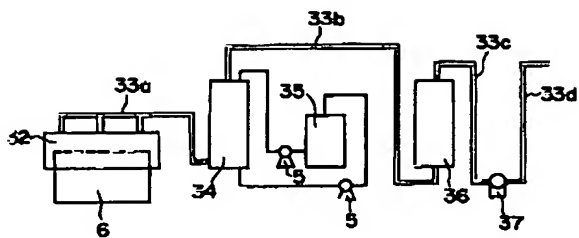
【図4】



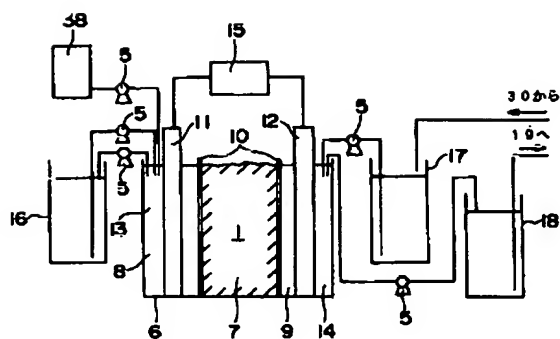
【図6】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2E191 BA02 BB01 BC01 BD00
4G075 AA37 BA08 CA51 CA57 EC11
EC21 ED11 FA16 FA20 FB02
FB03 FB05 FB12